

УДК 621.865

Володимир Савків, к.т.н., доц., Роман Михайлишин, к.т.н., Вадим Пісьціо
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРУМИННИХ ЗАХОПЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЯХ

Наведено опис пристрою, що призначений для вимірювання розподілу тиску у струминних захоплюючих пристроях. Описано основні структурні блоки, та їх взаємодія між собою.

Ключові слова: струминний захоплюючий пристрій, Raspberry Pi 3, система автоматизації вимірювання, вимірювання розподілу тиску.

Volodymyr Savkiv, Roman Mykhailishyn, Vadim Piscio AUTOMATED SYSTEM FOR EXPERIMENTAL STUDY OF OPERATIONAL PARAMETERS OF BERNOULLI GRIPPERS DEVICES

The description of a device intended to measure the pressure distribution in the bernoulli grippers devices is given. The main structural blocks are described, and their interaction with each other.

Keywords: Bernoulli grippers device, Raspberry Pi 3, measurement automation system, measurement of the pressure distribution.

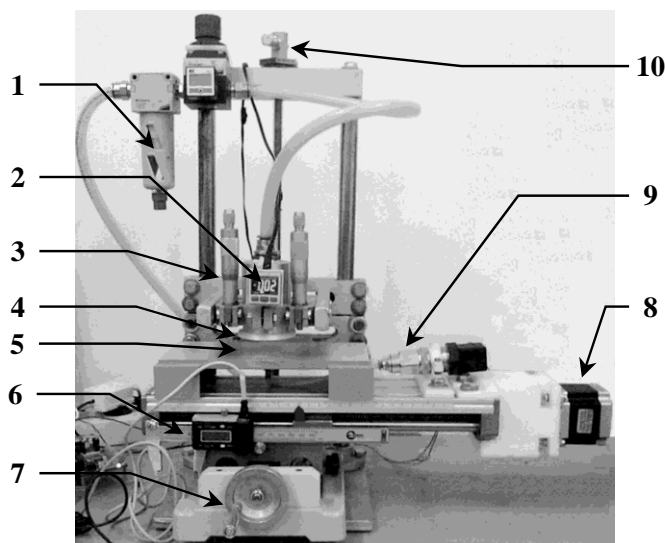


Рис. 1. Система вимірювання розподілу тиску у зазорі струминного захоплюючого пристрою

На вхід давача тиску подається тиск від капілярного отвору у деталі, що захоплюється 6. Вимірювання проводилось згідно із методикою описаною у [1]. Основна задача вимірювання – експериментально перевірити адекватність теоретичних положень висунутих і обґрунтованих у [2] та [3]. Обґрунтування методики вимірювання наведено у [3].

Управління системою та процесом вимірювання здійснюється за допомогою одноплатного мікрокомп'ютера Raspberry Pi 3 [4], котрий побудований на основі мікросхеми Broadcom BCM2837, що являє собою однокристальну мікро-ЕОМ із 4-ядерним процесором ARM Cortex-A53. Плата також містить модуль WiFi з підтримкою 802.11ac, Bluetooth 4.2, швидший модуль Ethernet та декілька USB портів для

Загальний вигляд установки вимірювання розподілу тиску показаний на рис. 1. На рисунку використані позначення: 1 – пристрій підготовки повітря, 2 – давач вхідного тиску, 3 – мікрометричний пристрій завдання зазору між поверхнями захоплювача 4 та захоплюваної деталі 5, 6 – давач переміщення (електронний штангенциркуль), 7 – привід переміщення по координаті y, 8 – кроковий двигун для переміщення по координаті x, 9 – давач тиску із відповідним підключенням, 10 – пристрій переміщення по осі z.

підключення клавіатури, зовнішніх накопичувачів, тощо. Внутрішній контролер дозволяє виводити інформацію на дисплеї, що котрі підключаються до HDMI роз'єму. Плата Raspberry Pi 3 працює під операційною системою Raspbian – клоні Debian (Linux). Збереження програм користувача та файлів операційної системи здійснюється на Micro-SD диску.

Система має 28 ліній вводу-виводу, котрі можуть бути використані як виводи загального призначення для під'єднання периферійних пристроїв. Контакти ліній разом із контактами інтерфейсів та живлення виведені на 40 контактний роз'єм GPIO.

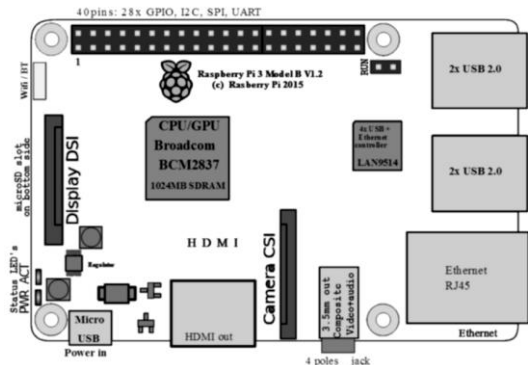


Рис. 2. Розташування роз'ємів і основних мікросхем на Raspberry Pi 3

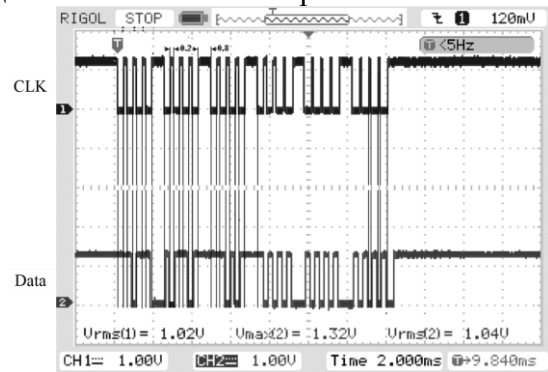


Рис. 3 Осцилограма передачі даних з електронного штангенциркуля

У якості давача переміщення застосований електронний штангенциркуль (рис. 1). Для підключення до інших компонентів схеми використовується його сервісний інтерфейс на котрий виведені сигнали CLK та DATA з рівнями сигналів 0 та 1,5 В. Типова діаграма передачі даних на інтерфейсі показана на рис. 3. Осцилограма отримана за допомогою осцилографа RIGOL DS-1025C і відповідає значенню відстані 24,69 мм у режимі вимірювання "мм".

Як видно з осцилограми передача даних синхронізується сигналом CLK. Тривалість високого рівня сигналу змінна і становить від 0,2 до 0,8 мс. Також з осцилограми видно, що пауза між передачами складає більше 4-8 мс. Отже найпростішим критерієм паузи між передачами буде тривалість високого рівня на лінії CLK на протязі 4 мс і більше. Аналіз осцилограми показує, що дані стабільні при кожному спадаючому і наростаючому фронті сигналу синхронізації і можуть змінюватись при низькому рівні сигналу CLK (крім передачі останнього біта, де дані змінюються і при високому рівні сигналу CLK). З осцилограм видно, що передача даних здійснюється за 24 такти сигналу CLK. Отже передається 24 біти даних і синхронізація даних здійснюється за переднім фронтом сигналу CLK. При прийомі даних з штангенциркуля для підсилення сигналів використовується адаптер електрична принципова схема котрого подана на рис. 4.

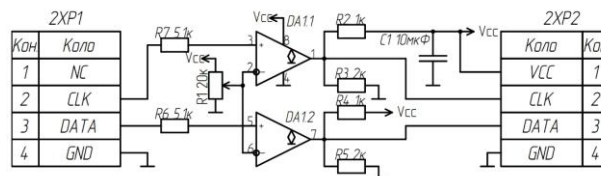


Рис. 4. Адаптер інтерфейсу штангенциркуля

Основна функція адаптера – підсилення сигналу із формуванням відповідних рівнів сигналу. Основою адаптера служить мікросхема здвоєного компаратора LM393N. Визначення порогу переключення здійснюється резистором R1, у процесі налагодження схеми рівень напруги на виводах 2 та 3 встановлюють на рівні 0,7 В. Так як вихід схеми підключається до входів Raspberry Pi, що витримують рівні напруги 0 -

3,3 В на виході компараторів встановлено подільник напруги.

Інтерфейс штангенциркуля досить повільний і не може працювати із швидкостями інших пристроїв на шині SPI, тому необхідна програмна реалізація прийому даних від штангенциркуля. При програмній реалізації прийому даних слід визначити моменти початку та кінця передачі даних, однак інтерфейс штангенциркуля не має жодного сигналу чи протоколу, котрий би проводив ініціалізацію передачі даних чи вказував би на початок передачі бітів. Тому визначення початку передачі здійснюється за допомогою розпізнавання пауз значної довжини між передачами.

Для спрощення доступу до ліній інтерфейсу штангенциркуля використовується бібліотека WiringPi [5]. Для спрощення програмної реалізації для зчитування даних використовуються переривання за фронтом сигналу на лінії CLK.

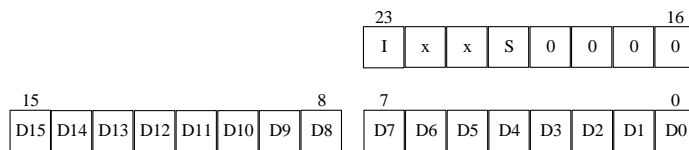


Рис. 5. Формат даних, що передається штангенциркулем

Формат коду, що використовується для передачі переміщення може бути зображений на наступній схемі (рис. 5). I – ознака передачі дюймів (0 – передача даних у мм), S – знак переміщення

(0 – додатні значення), D15 - D0 – абсолютне значення переміщення.

Для вимірювання тиску використовуються датчі типу ОВЕН ПД100И-ДИВ0,9 121-0,25, що видають струмовий сигнал у межах 4-20 мА. Для перетворення струмового сигналу у напругу використовується резистор відповідного номіналу. Номінал підібраний таким чином, щоб при максимальному струмі датча вихідна напруга становила 5В - максимальне значення напруги. Для контролю вхідного тиску використовується датч типу ISE30-01-65, що видає напругу у діапазоні 0-12 В. Для контролю вхідного тиску на вихід датча підключений подільник напруги, що знижує діапазон зміни вихідної напруги до рівнів 0-5 В.

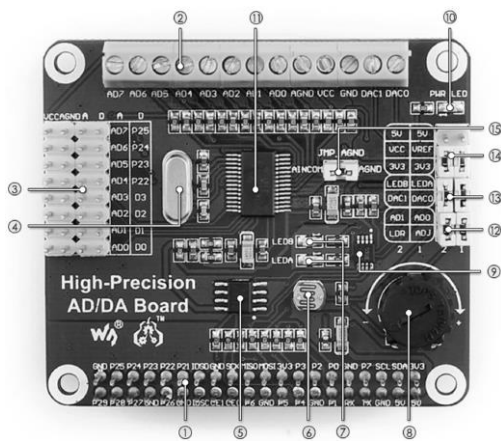


Рис. 6. Загальний вигляд плати АЦП

Дані про тиск передаються на плату АЦП Waveshare High-Precision AD|DA Board (рис. 6) [6], котра під'єднана до Raspberry Pi із використанням GPIO інтерфейсу. Передача даних здійснюється за допомогою SPI-сумісного інтерфейсу. Основа плати – мікросхема ADS1256 (Texas Instruments), що є 24 розрядним дельта-сігма АЦП із програмованим внутрішнім цифровим фільтром. Її програмований мультиплексор (Mux) забезпечує вимірювання однополярних або диференціальних сигналів, що поступають на входи одного із 8 каналів мікросхеми ANI0 - ANI7. Для процесу вимірювань обрано швидкість 1000 вимірювань у секунду.

Управління положенням рухомого стола здійснювалось за допомогою крокових двигунів, котрі підключені через плату на основі мікросхем L298. Управління двигуном здійснювалось у напівкроковому режимі.

Управляюча програма була написана на C++ із використанням бібліотеки wxWidgets у середовищі програмування CodeBlocks. Для створення графічного інтерфейсу програми використаний плагін wxSmith. Головне вікно програми показано на рис. 7. Воно має такі основні поля:

- 1) вісь тиску;
- 2) поле графіку даних, що підтримує ручне і автоматичне масштабування;

3) біжуча координата штангенциркуля;

4) перемикач режимів зчитування даних: автоматичний та ручний;

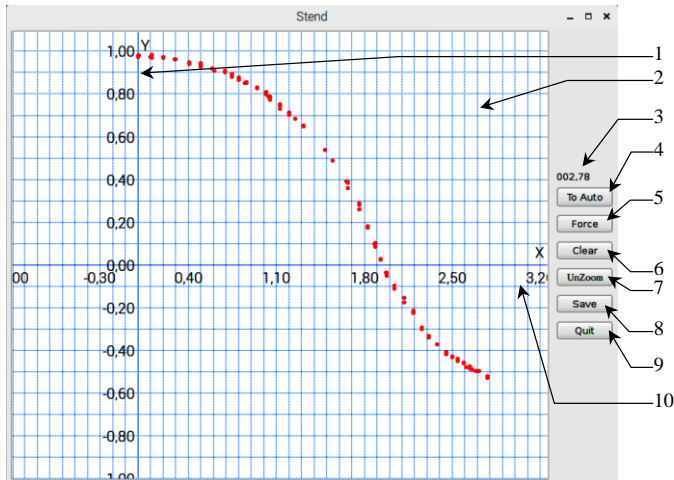


Рис. 7. Головне вікно програми (режим вимірювання тиску за одним каналом)

5) кнопка ручного зчитування даних;

6) кнопка очистки від попередньо введених даних;

7) відновлення вигляду робочого поля;

8) збереження даних у файл;

9) вихід із програми;

10) координата штангенциркуля.

Для створення програмного забезпечення було використано інтегральне середовище Code-Block [7] у котрому використовувалась система бібліотека графічних елементів інтерфейсу wxWidgets. Основною перевагою

CodeBlocks над багатьма іншими пакетами є можливість швидкої розробки програм (RAD - rapid application development). За ідеологією wxWidgets кожна кнопка, таймер чи інший графічний чи системний елемент програми може бути джерелом подій котрі мають оброблюватись відповідними обробниками. Трансляцію повідомлень операційної системи, взаємодію з нею, зображення графічних елементів wxWidgets бере на себе. Програмісту залишається написати логіку взаємодії елементів системи і описати специфічні процедури роботи, наприклад, із використанням апаратним забезпеченням. Розроблена система дозволила прискорити процес вимірювання розподілу тисків приблизно у 30 разів та позбавити дослідників від одноманітної роботи. Система використовувалась у процесі експериментальних досліджень при виконанні теми ДФ241-18 "Оптимізація конструктивних параметрів струминних захоплювальних пристроїв".

Література

1. Gasdynamic analysis of the Bernoulli grippers interaction with the surface of flat objects with displacement of the center of mass / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon // Vacuum. – 2019. – № 159, P. 524 – 533.
2. Justification of Design and Parameters of Bernoulli-Vacuum Gripping Device / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon, O. Fendo // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2017. – № 14(6), DOI: 1729881417741740.
3. Experimental Research of the Manipulation Process by the Objects Using Bernoulli Gripping Devices / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon, M. Mikhalishin // In Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering, International IEEE Conference. – 2017. – P. 8 – 11. – DOI: 10.1109/YSF.2017.8126583.
4. Raspberry Pi 3 Model B [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.waveshare.com/wiki/RPi3_B
5. Wiring Pi: GPIO Interface library for the Raspberry Pi [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://wiringpi.com/>
6. Raspberry Pi High-Precision AD/DA Expansion Board [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.waveshare.com/High-Precision-AD-DA-Board.htm>
7. Code::Blocks wiki: Comparison of wxSmith features: Features supported [Електронний ресурс] Режим доступу: http://wiki.codeblocks.org/index.php/Comparison_of_wxSmith_features